**DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA**
***Vis, 11.-14. svibnja 2006.***

**Srednje škole – 1. grupa**

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

**Određivanje koeficijenta trenja drvenog kvadra s podlogom**

**Pribor**

kugla nepoznate mase
kvadar nepoznate mase
stalak
nit
ravnalo

**Zadatak**

a. Objasniti postupak i fizikalne osnove mjerenja koeficijenta trenje kvadra s podlogom (15 bodova)
b. Odrediti koeficijent trenja (8 bodova)
c. Provesti osnovni račun pogreške (7 bodova)

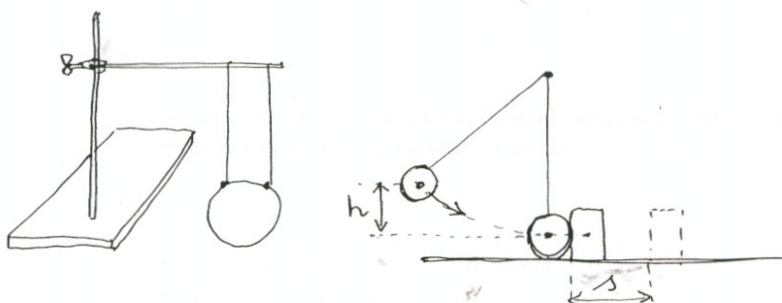
**Ukupno 30 bodova**

Rješavanje eksperimentalnog zadatka :

# ODREĐIVANJE KOEFICIJENTA TRENJA $\mu$ KVADRA I PODLOGE

PRIBOR : STATIV
KUGLA
KVADAR
RAVNALO

POSTUPAK :




KUGLA I KVADAR JEDNAKIH SU MASA. KUGLU POMAKNEMO NA NEKU VISINU I PUSTIMO. SUDAR KUGLE I KVADRA MORA BITI CENTRALNI. MJERENJEM VISINE h I POMAKA KVADRA NAKON SUDARA s U MOGUĆNOSTI SMO ODREDITI KOEFICIJENT $\mu$.

$$\Delta E_{p\,KUGLE} = W_{KVADRA}$$

$$mgh = \mu mg \cdot s$$

$$\mu = \frac{h}{s}$$

OVIM POKUSOM MOŽEMO ISPITATI I ZAKON OČUVANJA ENERGIJE, PRETVORBU $E_p$ U $E_K$ !

TABLIČNI PRIKAZ :

| h/m | s/m | $\mu$ |
|---|---|---|
| | | |
| | | |

$\bar{\mu} =$

| m/kg | h/m | $E_p$/J | v/m/s | $E_k$ |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

# DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA

***Primošten, 10.-13. svibnja 2007.***

**Srednje škole – 1. grupa**

## Određivanje frekvencije vrtnje

*Pribor:*

Uteg(matica vijka)
Ravnalo
Elektromotor(miješalica) - mješalica za cappuccino
Stativ
Klema

*Zadatak:*

a) Odredite frekvenciju vrtnje elektromotora
b) Odredite broj okretaja u minuti

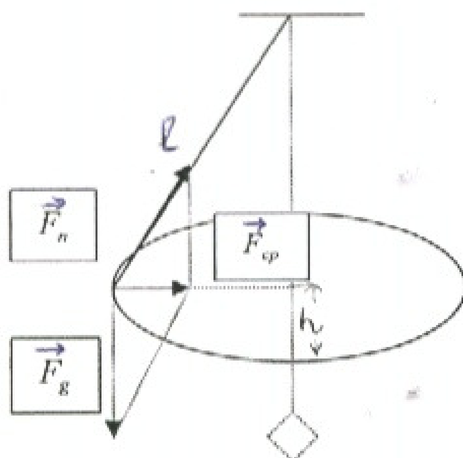
**DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA**
***Primošten, 10.-13. svibnja 2007.***

**Srednje škole – 1. grupa**
**Eksperimentalni zadatak - rješenje**

**Postupak i rješenje:**

Izmjeri se duljina niti na kojoj je ovješena matica $l$.
Mješalica se učvrsti na stativ i uključi se motor. Pričeka se dok se ne uspostavi jednoliko kružno gibanje.
Izmjeri se visina na koju se podigne matica *h*.

Skica:




Na tijelo(maticu) djeluju sila napetosti niti i sila teža. Njihova rezultanta ima ulogu centripetalne sile.
Iz sličnosti trokuta slijedi:

$\frac{F_{cp}}{F_g} = \frac{r}{l-h}$ dalje vrijedi $F_{cp} = F_g \frac{r}{l-h}$

$F_{cp} = \frac{mv^2}{r} = 4mr\pi^2 f^2$

$4mr\pi^2 f^2 = mg\frac{r}{l-h}$ odakle slijedi izraz za frekvenciju vrtnje

$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l-h}}$, dakle mjerenjem duljine niti $l$ i visine na koju se podigne matica *h* možemo odrediti $f$.

# DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA

*Poreč, 8. - 11. svibnja 2008.*

## Srednje škole - 1. grupa

## EKSPERIMENTALNI ZADATAK

**Pribor:** vibrator, papirne trake, ljepljiva traka, kolica, stegač s dvije šipke, konopac, uteg s nosačem, ravnalo, dinamometar od 5N ili 10N

**Zadatak:** Uteg je povezan s kolicima konopcem i visi preko šipke montirane na stegaču. Za drugi kraj kolica pričvršćena je papirnata traka koja prolazi kroz vibrator. Snimiti gibanje kolica na traku. (3 boda)

Mjerenjem i izračunom odrediti kolika sila djeluje u suprotnom smjeru od smjera gibanja kolica. (20 bodova)

Koje sve sile djeluju u suprotnom smjeru od smjera gibanja kolica? (3 boda)

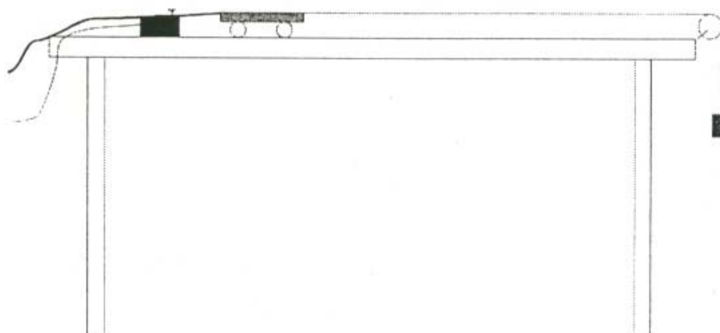
**Napomena:** Vrijeme između dva otkucaja vibratora je 0,02 s. Prvih nekoliko točkica na traci su vrlo nepouzdane pa se ne preporuča koristiti ih kod izračunavanja jer rezultat neće biti najbolji. Dobro je iz iste trake načiniti nekoliko izračuna radi usporedbe rezultata. Račun pogreške nije potreban. Za mjerenje je dovoljna samo jedna traka. Ostale trake su rezervne trake, a mogu poslužiti i za provjeru rezultata.

Masa kolica napisana je na naljepnici na kolicima.

Zašto se ne preporuča korištenje prvih nekoliko točkica? (3 boda )

Ukupno: 30 bodova

( Uz rješenja priložiti trakicu ili trakice s kojima ste radili, ali označiti iz koje trakice su koja mjerenja u rješenjima. )



**DRZAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZICARA**
***Poreč, 08. - 11. svibnja 2008.***

**srednje škole - 1. grupa**

## RJEŠENJE EKSPERIMENTALNOG ZADATKA

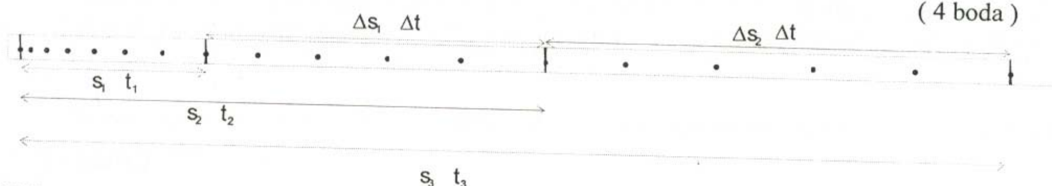
Kvaliteta mjerenja

( 3 boda )

Iz trakice treba izračunati akceleraciju sustava.

Treba izabrati na traci dva područja s istim brojem točkica koja se nalaze jedno do drugog. Izmjeriti koliki su prevaljeni putovi u tim intervalima $\Delta s_1$ i $\Delta s_2$ . Za oba intervala isto je vrijeme $\Delta t$.

( 4 boda )




Vrijeme $\Delta t$ izračunamo tako da broj odabranih točkica u jednom području pomnožimo s 0,02.

( 1 bod )

Prevaljeni put $\Delta s_1$ možemo pisati kao:

$$\Delta s_1 = s_2 - s_1$$

**Jedn. 1**

$s_1$ je prevaljeni put od početka gibanja do prve točkice koju smo izabrali (početak prvog područja), a $t_1$ je vrijeme od početka gibanja do prve izabrane točkice. $s_2$ je prevaljeni put od početka gibanja do druge izabrane točkice (kraj prvog područja), a $t_2$ je vrijeme od početka gibanja do druge odabrane točkice.

Prevaljeni put $\Delta s_2$ je:

$$\Delta s_2 = s_3 - s_2$$

**Jedn. 2**

$s_3$ je prevaljeni put od početka gibanja do treće odabrane točkice (kraj drugog područja), a $t_3$ vrijeme od početka gibanja do treće odabrane točkice.

$$s_1 = \frac{1}{2}at_1^2$$

$$s_2 = \frac{1}{2}at_2^2$$

$$s_3 = \frac{1}{2}at_3^2$$

**Jedn. 3**

( 1 bod )

*a* je akceleracija sustava kolica i utega koju tražimo.

$$\Delta t = t_2 - t_1 = t_3 - t_2$$

**Jedn. 4**

( 1 bod )

$$\Delta s_1 = \frac{1}{2}a(t_2^2 - t_1^2) = \frac{1}{2}a(t_2 - t_1)(t_2 + t_1)$$

( 1 bod )

Iz jedn. 4 dobijemo da je: $t_2 = t_1 + \Delta t$

$$\Delta s_1 = \frac{1}{2}a\Delta t(2t_1 + \Delta t)$$

$$\Delta s_1 = at_1\Delta t + \frac{1}{2}a\Delta t^2$$

$$\Delta s_2 = \frac{1}{2}a(t_3^2 - t_2^2) = \frac{1}{2}a(t_3 - t_2)(t_3 + t_2)$$

( 1 bod )

Iz jedn. 4 dobijemo da je: $t_3 = t_1 + 2\Delta t$

( 1 bod )

$$\Delta s_2 = \frac{1}{2}a\Delta t(2t_1 + 3\Delta t)$$

$$\Delta s_2 = at_1\Delta t + \frac{3}{2}a\Delta t^2$$

( 1 bod )

$$\Delta s_2 - \Delta s_1 = a\Delta t$$

$$a = \frac{\Delta s_2 - \Delta s_1}{\Delta t^2}$$

**Jedn. 5**

( 2 boda )

( Ako je netko računao akceleraciju od prve točkice po jedn. $a = \frac{2s}{t^2}$ izračun akceleracije bodovat će se s 6 bodova, inače vrijedi 13 bodova)

Sila koja uzrokuje ubrzanje sustav je težina utega G koja se izmjeri dinamometrom.

( 1 bod )

Rezultantna sila koja ubrzava sustav jednaka je razlici sile koja ubrzava sustav (težina utega) i sile koja djeluje u suprotnom smjeru od smjera gibanja. Zbog suprotnog smjera sila je negativna.

( ako nije stavljeno da je sila negativna zbog suprotnog smjera konačni rezultat se priznaje, ali oduzima se jedan bod ) $F_R = G - (-F_{tr})$

( 2 boda )

pa je:

$$F_{tr} = F_R - G$$

Rezultanta sila ubrzava sustav kolica i utega pa je jednaka:

$$F_R = (m_k + m_u)a$$

( 2 boda )

masa utega računa se iz težine utega: $m_u = \frac{G}{g}$ ( 1 bod )

g je ubrzanje tijela kod slobodnog pada ( g = 9,81m/s$^2$, a može i približna vrijednost g = 10 m/s$^2$)

Sila koja djeluje u suprotnom smjeru od smjera gibanja dobije se iz izraza:

$$F_{tr} = (m_k + m_u)a - G$$

Jedn. 6

( 2 boda )

Uzrok sile u suprotnom smjeru:

1. Sila trenja između konopca i šipke ( 1 bod )
2. Udarci batića vibratora po traci zaustavljaju kolica ( 1 bod )
3. Sila trenja između kotača i osovine kotača ( 1 bod )

Sila trenja između kotača i podloge uzrokuje da se kotači vrte, ali ne doprinosi sili koja djeluje u suprotnom smjeru od gibanja kolica

Sila otpora zraka u ovom slučaju je potpuno zanemariva

Zašto nekoliko prvih točkica je nepouzdano.

1. teško je odrediti prvu točku mjerenja (1 bod)
2. prva točkica od puštanja kolica neće biti udarena nakon 0,02 sekunde nego između 0 i 0,02 sekunde (1 bod)
3. prije ispuštanja kolica uteg napinje konopac svojom težinom. Konopac nije idealan i nešto malo će se rastegnuti. Kad pustimo sustav da se giba, sustav postaje ubrzan, a napetost niti će se smanjiti, a konopac će biti manje rastegnut. Dok se ne uspostavi ravnoteža, akceleracija će biti manja.

( 1 bod )

# DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA

***Vukovar, 3. - 6. svibnja 2009.***

## Srednje škole – 1. skupina
## Praktični zadatak

## Određivanje mase kolica

*Pribor:*

- Kolica
- nit
- utezi poznatih masa
- stativ
- šipka
- olovke
- plastelin
- staklena kuglica
- ravnalo

*Zadatak:*

Pomoću zadanog pribora odredite masu kolica

U sklopu zadatka treba:
1.Objasniti fizikalne osnove i opisati precizno uz skice koje veličine
i kako ćeš mjeriti (15 bodova)
2. Napraviti 5 mjerenja i podatke prikazati tablično (10 bodova)
3.Provesti račun pogreške ( izračunati srednju vrijednost i odstupanje od srednje vrijednosti) (5 bodova)

*Napomena:* Silu trenja u ovom pokusu možete zanemariti.

**DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA**
***Vukovar, 3. - 6. svibnja 2009.***
**Srednje škole – 1.skupina**
**Praktični zadatak**
**Rješenje i smjernice za bodovanje**

Pomoću plastelina i dvije spojene olovke konstruira se kosina koja se učvrsti na kolicima.Kolica se dalje spoje pomoću niti na uteg poznate mase , a uteg se prebaci preko šipke i pusti da pada(vidi sliku).
Kolica ubrzavaju zbog djelovanja sile teže i napetosti niti i vrijedi :

(1) $m_k a = F_n$ (II Newtonov zakon) ; gdje su $m_k$ - masa kolica , $a$ -akceleracija kolica i $F_n$ - napetost niti

Utezi ubrzavaju zbog djelovanja sile teže utega i napetosti niti te vrijedi:

(2) $m_u\, a = m_u g - F_n$ ; gdje $m_u$ - masa utega

Na kosinu se stavi kuglica i istovremeno se puste kuglica i kolica.Ovisno o masi utega i nagibu kosine ( koji se može mijenjati ) kuglica će se gibati niz kosinu ili uz kosinu.Cilj je postići granični slučaj tj. treba postići (kombinacijom masa utega i odgovarajućeg nagiba) da se kuglica ne giba niz kosinu dok se kolica ubrzavaju.

Ako promatramo u sustavu kolica (neinercijski sustav) sile koje djeluju na kuglicu su : $F_{gkug}$ - sila teža kuglice , $F_p$ - okomita sila podloge (kosine) na kuglicu i $F_i$ - inercijska sila na kuglicu suprotno od akceleracije sustava tj.kolica. Za granični slučaj (kuglica miruje ) vektorski zbroj sila na kuglicu je nula.

Pomoću ravnala izmjeri se duljina kosine $L$ i visina kosine $h$.

Dalje koristimo sličnost trokuta (vidi sliku) i dobivamo:

$\frac{F_i}{F_{gkug}} = \frac{h}{L}$ i dalje uz $F_i = m_{kug} a$ i $F_{gkug} = m_{kug} g$ dobije se :

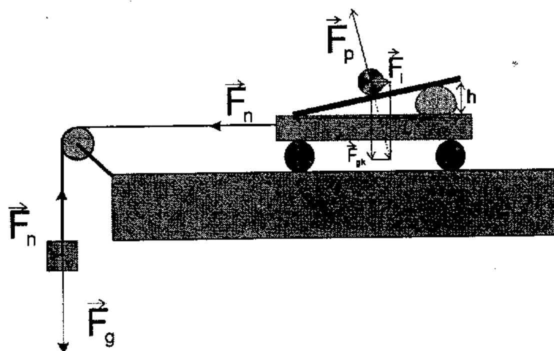
(3) $\frac{a}{g} = \frac{h}{L}$

Kombinacijom (1) i (2) dobije se

$m_k = m_u(\frac{g}{a} - 1)$ i uz (3) konačno se dobije:

$m_k = m_u(\frac{L}{h} - 1)$ , dakle mjerenjem $L$ i $h$ može se izračunati masa kolica.

Može se napraviti više mjerenja kombinirajući različite utege i nagibe kosine.



# DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE

*Varaždin, 2. - 3. svibnja 2010*

**Srednje škole – 1. skupina**
**Eksperimentalni zadatak**

## *Hici*

*Pribor:* top , stalak , hvataljka , kleme , šipka , ravnalo dugo 50 cm , ljepljiva traka , list karbon-papira , list bijelog papira , kutomjer

**a) vertikalni hitac** (10 bodova)
*Zadatak:* Pomoću zadanog pribora odredite početnu brzinu metka izbačenog iz topa postavljenog vertikalno.

U sklopu zadatka treba :
1) Skicirati putanju vertikalnog hica (uzlaznu i silaznu putanju nacrtajte malo razmaknute) i u najvišoj točki putanje nacrtati vektor sile koja djeluje na tijelo i vektor akceleracije. Isto nacrtajte i u točkama na uzlaznom i silaznom dijelu putanje u točki koja se nalazi na pola udaljenosti dometa hica. ( 3 boda)
2) Objasniti fizikalne osnove i opisati precizno uz skice koje veličine i kako ćeš mjeriti . (3 boda)
3) Napraviti 5 mjerenja i podatke prikazati tablično . (4 boda)

**b) horizontalni hitac** (10 bodova)
*Zadatak:* Pomoću zadanog pribora odredite početnu brzinu metka izbačenog iz topa postavljenog horizontalno.

U sklopu zadatka treba :
1) Skicirati putanju horizontalnog hica i u najmanje tri točke putanje nacrtati vektor sile koja djeluje na tijelo i vektor akceleracije. (3 boda)
2) Objasniti fizikalne osnove i opisati precizno uz skice koje veličine i kako ćeš mjeriti .(3 boda)
3) Napraviti 5 mjerenja za 5 različitih visina topa u odnosu na stol i podatke prikazati tablično. (4 boda)

**c) kosi hitac** (10 bodova)

*Zadatak:* Pomoću zadanog pribora odredite akceleraciju Zemljine sile teže.Za početnu brzinu koristite srednju vrijednost početnih brzina iz a) i b) dijela zadatka.

U sklopu zadatka treba :
1) Skicirati putanju kosog hica i u najvišoj točki putanje nacrtati vektor sile koja djeluje na tijelo i vektor akceleracije.Isto nacrtajte još u jednoj točki na uzlaznom i u jednoj točki na silaznom dijelu putanje. (3 boda)
2) Objasniti fizikalne osnove i opisati precizno uz skice koje veličine i kako ćeš mjeriti. (3 boda )
3) Napraviti tri mjerenja za kuteve izbačaja u odnosu na horizontalu 30° , 45° i 60° .Podatke prikazati tablično. (4 boda)

Napomena: Za a) i b) dio zadatka koristite $g = 9.8\ m/s^2$ , a otpor zraka zanemarite.

# DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE

*Varaždin, 2. - 3. svibnja 2010*

## Srednje škole – 1. skupina
## Eksperimentalni zadatak – rješenje

**a) vertikalni hitac**

Pomoću hvataljke i kleme učvrstimo top u vertikalnom položaju.Napnemo top i ispalimo metak.Odredimo domet hica tako da pomičemo šipku na stativu gore - dolje sve dok metak ispaljen iz topa u najvišem položaju tek dodirne šipku.Iz izmjerenog dometa hica $h$ možemo odrediti početnu brzinu hica $v_0$ .

U svakoj točki putanje(kad metak napusti top) na metak djeluje samo gotovo stalna sila teža $\vec{F}_g$ , a akceleracija je također stalna u svakoj točki putanje i vrijedi: $\vec{a} = \vec{g}$ .

Početnu brzinu odredit ćemo primjenom zakona očuvanja energije.U trenutku kad metak napušta top njegova kinetička energija je maksimalna, a postepeno se pretvara u gravitacijsku potencijalnu energiju.U najvišoj točki putanje kinetička energija je jednaka ništici jer se sva kinetička energija pretvorila u gravitacijsku potencijalnu energiju:

$E_K = E_{GP}$ ; $\frac{mv_0^2}{2} = mgh$ odatle slijedi da je početna brzina metka jednaka $v_0 = \sqrt{2gh}$

Tablica i rezultati mjerenja:(rezultat mora biti izražen s odgovarajućim pouzdanim znamenkama)

| $h / m$ | $v_0 / m/s$ |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

**b) horizontalni hitac**

Pomoću hvataljke i kleme učvrstimo top u horizontalnom položaju.Napnemo top i ispalimo metak.Odredimo mjesto pada tako da bijeli papir postavimo približno na mjesto pada metka , a preko bijelog papira postavimo karbon-papir tako da metak ostavi trag na bijelom papiru.Oba papira učvrstimo ljepljivom trakom.Domet hica odredimo tako da izmjerimo udaljenost od točke u podnožju topa do traga na bijelom papiru.

U svakoj točki putanje(kad metak napusti top) na metak djeluje samo gotovo stalna sila teža $\vec{F}_g$ , a akceleracija je također stalna u svakoj točki putanje i vrijedi: $\vec{a} = \vec{g}$ .

Budući da u horizontalnom smjeru nema djelovanja sile, metak u horizontalnom smjeru , izvodi jednoliko pravocrtno gibanje i vrijedi:

$v_x = v_0 = konst.$ , $s = v_0 t$ ;gdje je $v_x$ brzina u horizontalnom smjeru , $s$ put u horizontalnom smjeru, a $t$ vrijeme.

U vertikalnom smjeru na tijelo djeluje sile teža pa u tom smjeru tijelo izvodi jednoliko ubrzano gibanje s akceleracijom $a=g$ (tj. slobodan pad) i vrijedi :

$v_y = gt$ , $h = \frac{gt^2}{2}$ gdje je $v_y$ brzina u vertikalnom smjeru , a $h$ visina za koju se metak spusti tijekom hica. Kombiniranjem relacija za $s$ i $h$, tako da eliminiramo vrijeme hica $t$, dobijemo relaciju za početnu brzinu $v_0 = s\sqrt{\frac{g}{2h}}$ .Dakle mjerenjem dometa $s$ i visine $h$ možemo odrediti početnu brzinu $v_0$.

Tablica i rezultati mjerenja:(rezultat mora biti izražen s odgovarajućim pouzdanim znamenkama)

| $s$ / $m$ | $h$ / $m$ | $v_0$ / $m/s$ |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

**c) kosi hitac**

Pomoću hvataljke i kleme učvrstimo top u kosom položaju.Klemu pričvrstimo na donju drvenu plohu stola uz kut klupe tako da početna visina ispaljivanja metka bude u razini s plohom klupe.Pomoću kutomjera top nagnemo za odgovarajući kut i pričvrstimo ga. Napnemo top i ispalimo metak.Odredimo mjesto pada tako da bijeli papir postavimo približno na mjesto pada metka , a preko bijelog papira postavimo karbon-papir tako da metak ostavi trag na bijelom papiru.Oba papira učvrstimo ljepljivom trakom.Domet hica odredimo tako da izmjerimo udaljenost od točke izlijetanja metka do traga na bijelom papiru.

U svakoj točki putanje(kad metak napusti top) na metak djeluje samo gotovo stalna sila teža $\vec{F}_g$ , a akceleracija je također stalna u svakoj točki putanje i vrijedi: $\vec{a} = \vec{g}$ .

Budući da u horizontalnom smjeru nema djelovanja sile, metak u horizontalnom smjeru izvodi jednoliko pravocrtno gibanje i vrijedi:

$v_x = v_{0x} = konst.$ , $x = v_{0x}t$ ; gdje su $v_x$ – brzina u horizontalnom smjeru , $v_{0x}$ –početna brzina u horizontalnom smjeru , $x$ – put u horizontalnom smjeru ,a $t$ – vrijeme.

U vertikalnom smjeru (prema dolje) na tijelo djeluje sile teža pa tijelo izvodi jednoliko ubrzano gibanje s početnom brzinom u vertikalnom smjeru prema gore (+y) i akceleracijom usmjerenom verikalno dolje (-y) s iznosom $a=g$ .

$v_y = v_{0y} - gt$ , $y = v_{oy}t - \frac{gt^2}{2}$ gdje je $v_y$ brzina u vertikalnom smjeru , $v_{0y}$ – početna brzina u vertikalnom smjeru , a $y$ visina na kojoj se metak nalazi.

Vrijeme uspona $t_{usp}$ možemo odrediti tako da se izjednači $v_y$ s ništicom odakle se dobiva $t_{usp} = \frac{v_{0y}}{g}$.Ukupno vrijeme hica $t_{uk}$ je dvostruko veće tj. $t_{uk} = \frac{2v_{0y}}{g}$.Ako u jednadžbu za $x$ uvrstimo $t_{uk}$ dobijemo maksimalnu udaljenost u horizontalnom smjeru tj. domet hica $d$.

$d = \frac{2v_{0x}v_{0y}}{g}$.Mjerenjem dometa $d$ može se odrediti $g = \frac{2v_{ox}v_{0y}}{d}$.

Kada je kut ispaljivanja 30° $v_{0x} = \frac{v_0\sqrt{3}}{2}$ , a $v_{0y} = \frac{v_0}{2}$ pa dobivamo $g = \frac{v_0^2\sqrt{3}}{2d}$ ,

za kut 45° $v_{0x} = v_{0y} = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$ pa dobivamo $g = \frac{v_0^2}{d}$ i konačno

za kut 60° $v_{0x} = \frac{v_0}{2}$ , a $v_{0y} = \frac{v_0\sqrt{3}}{2}$ pa dobivamo $g = \frac{v_0^2\sqrt{3}}{2d}$.

Tablica i rezultati mjerenja:(rezultat mora biti izražen s odgovarajućim pouzdanim znamenkama)

| Kut / ° | $d$ / $m$ | $g$ / $m/s^2$ |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

# DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

*Vinkovci, 5. - 8. svibnja 2011.*

**Srednje škole – 1. skupina**

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

***Određivanje snage dječjeg auta***

*Pribor:* dječji auto , stalak , hvataljka , kleme , šipka , ravnalo dugo 50 cm ,ljepljiva traka , nit, mala kolotura , posuda s pijeskom , uteg m=50 *g* , štoperica

*Zadatak:* Pomoću zadanog pribora odredite snagu dječjeg auta

U sklopu zadatka treba :
1) Odrediti snagu auta
2) Objasniti fizikalne osnove i opisati precizno uz skice koje veličine i kako ćeš mjeriti .
3) Napraviti 5 mjerenja i podatke prikazati tablično .

Napomena: Koristite $g= 9.8\ m/s^2$ , a trenje i otpor zraka zanemarite. **( 30 bodova)**

**DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE**
*Vinkovci, 5. - 8. svibnja 2011.*

**Srednje škole – 1. skupina**

Eksperimentalni zadatak - rješenje

**Postupak i rješenje:**

-Autić navinemo i pustimo da se giba od jednog do drugog kraja klupe.
-Vrijeme gibanja auta na klupi mjerimo štopericom $t_1$.
-Kad auto dođe do kraja klupe dalje izvodi horizontalni hitac.
-Posudu s pijeskom postavimo tako da nakon hica auto padne u nju.
-Iz traga u pijesku možemo odrediti domet hica $d$ .
-Izmjerimo visinu klupe $h_1$ i odredimo brzinu $v_0$ koju je auto imao na kraju klupe .

$$v_0 = d\sqrt{\frac{g}{2h_1}}$$ **(5 bodova)**

- Kinetička energija koju ima auto na kraju klupe je:

$$E_k = \frac{m_A v_0^2}{2}.$$ **(5 bodova)**

-Snaga auta jednaka je omjeru rada $W$ koji se izvrši prilikom gibanja auta i vremena gibanja $t_1$ .Kako je rad $W$ jednak kinetičkoj energiji auta na kraju puta vrijedi:

$$P = \frac{m_A v_0^2}{2t_1}.$$ **(5 bodova)**

-Da bi odredili snagu trebamo još odrediti masu auta $m_A$.
-Auto pomoću ljepljive trake pričvrstimo na jedan kraj niti , a na drugi kraj pričvrstimo uteg mase 50 g.
-Nit zatim stavimo na koloturu.Izmjerimo početnu visinu auta $h_2$ i pustimo da se giba.
-Pomoću štoperice izmjerimo vrijeme $t_2$ koje je potrebno da auto prijeđe put $h_2$.
- Iz vremena $t_2$ i visine $h_2$ odredimo akceleraciju auta $a = \frac{2h_2}{t_2^2}$. **(5 bodova)**
-Iz poznate akceleracije auta $a$ i mase utega $m_U$ može se odrediti masa auta $m_A$

$$m_A = m_U \frac{g - a}{g + a}.$$ **(5 bodova)**

-Iz poznate mase auta konačno možemo odrediti snagu auta $P$
-Napravimo 5 mjerenja i podatke prikažemo tablično. **5 bodova)**

DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE
*Korčula, 13.-16. svibnja 2012.*

**Srednje škole – 1. skupina**

**Eksperimentalni zadatak**

# "VAGANJE" BATERIJE

## Zadatak

- Odrediti masu baterije

## Pribor

- Drvena kugla mase $m = 0{,}077$ kg
- Drvena kocka s rupom iste mase kao što je masa kugle
- Konac
- Ravnalo (**ne smije** se koristiti kao poluga)
- Baterija čiju masu treba izmjeriti
- Stativni pribor (stalak, dvije šipke i stegač)

U sklopu zadatka treba:

1. Objasniti fizikalne osnove za rješenje zadatka i opisati precizno uz skice koje veličine i kako ćeš mjeriti (14 bodova)
2. Napraviti najmanje 10 mjerenja i podatke prikazati tabelarno (10 bodova)
3. Provesti račun pogreške (6 bodova)

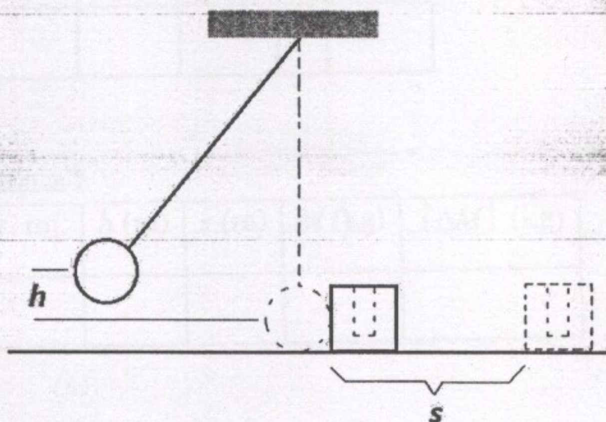
Ukupno eksperimentalni zadatak **30 bodova**

DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE
*Korčula, 13.-16. svibnja 2012.*

## Srednje škole – 1. skupina

## Eksperimentalni zadatak

### Rješenje eksperimentalnog zadatka i smjernice za bodovanje




Zadatak ćemo riješiti koristeći se **elastičnim sudarom kugle i kocke**. Prvo moramo odrediti faktor trenja klizanja $\mu$ između kocke i podloge. U tu svrhu složimo pribor kao što je prikazano na slici. Povučemo kuglu u stranu tako da se podigne na visinu $h$ u odnosu na ravnotežni položaj i pustimo je da se sudari s kockom. Nakon elastičnog sudara kocka se nastavi gibati jednoliko usporeno po stolu do zaustavljanja i pri tome prijeđe put $s$. Za sudar vrijedi zakon očuvanja količine gibanja i zakon očuvanja kinetičke energije: $mv_1 = mv_1' + mv_2'$ i $\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_1'^2}{2} + \frac{mv_2'^2}{2}$, gdje je $v_1$ brzina kugle neposredno prije sudara, $v_1'$ i $v_2'$ su brzine kugle i kocke neposredno poslije sudara i $m$ = 0,077 kg je masa kugle i masa kocke, jer su im mase jednake. Rješavanjem gornjeg sustava jednadžbi dobije se da kugla nakon sudara ostane u stanju mirovanja ($v_1' = 0$), a kocka se nastavi gibati brzinom $v_2' = v_1$.

Brzinu $v_1$ odredimo iz zakona očuvanja energije: $\frac{mv_1^2}{2} = mgh \quad \Rightarrow \quad v_1 = \sqrt{2gh}$. Nakon sudara rad sile trenja zaustavi kocku na putu $s$ pa vrijedi: $\frac{mv_1^2}{2} = \mu mgs$. Rješavanjem ovog sustava jednadžbi dobije se: $\boxed{\mu = \frac{h}{s}}$, što znači da za određivanje faktora trenja treba mjeriti samo visinu $h$ i put $s$.

(6 bodova)

Nakon određivanja faktora trenja stavimo bateriju nepoznate mase $M$ u rupu na kocki i ponovno istim postupkom kao i pri mjerenju faktora trenja izvedemo elastični sudar kugle i kocke s baterijom. Za taj sudar vrijedi: $mv_1 = mv_1' + (m+M)v_2'$ i $\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_1'^2}{2} + \frac{(m+M)v_2'^2}{2}$, gdje je $v_1$ brzina kugle neposredno prije sudara, $v_1'$ i $v_2'$ su brzine kugle i kocke s baterijom neposredno poslije sudara. U ovom slučaju vrijedi: $v_1 = \sqrt{2gh}$ i $v_2' = \sqrt{2\mu gs}$ pa se sređivanjem iz gornjih jednadžbi dobije: $\boxed{M = 2m\left(\sqrt{\frac{h}{\mu s}} - 1\right)}$. Znači, masu baterije $M$ ćemo odrediti mjerenjem visine $h$ s koje puštamo kuglu i puta $s$ koji prijeđe kocka s baterijom po stolu nakon sudara.

(8 bodova)

DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE
*Korčula, 13.-16. svibnja 2012.*

Podatke prikažemo tabelarno

Tablica 1

| Br. mj. | $h$ (m) | s (m) | μ | $\lvert\Delta\mu\rvert$ |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

(5 bodova)

Tablica 2

| Br. mj. | $h$ (m) | $s$ (m) | $M$ (kg) | $\lvert\Delta M\rvert$ (kg) |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

(5 bodova)

(6 bodova)

Račun pogreške za $\mu$ i za $M$.

# DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE
## Biograd na Moru, 2. – 5. svibnja 2013.

### Srednje škole – 1. skupina

### EKSPERIMENTALNI ZADATAK

**Pribor:**
- Tri različite kovanice
- Dvije različite podloge
- Ravnalo
- Drveni kvadar
- Selotejp
- Škare

**Zadatak:** Uporabom priloženih sredstava:

a) Odredite faktor trenja za tri različite kovanice i dvije različite podloge:
- detaljno skicom i riječima zorno opišite postupak mjerenja;
  .................. 6 bodova
- izvedite, uz kratka pojašnjenja, odgovarajuće algebarske izraze;
  .................. 6 bodova
- rezultate za minimalno tri mjerenja za svaki sustav prikažite tablično;
  .................. 6 bodova

b) Provedite račun slučajnih pogrešaka i ukratko komentirajte dobivene zapise točnih rezultata za faktore trenja i relativne maksimalne pogreške
.................. 6 bodova

c) Povežite teorijske osnove u području trenja s rezultatima mjerenja:
- definirajte trenje prema uzroku nastajanja
  ..................... 1 bod
- definirajte faktor trenja i algebarski dokažite mjernu jedinicu;
  ..................... 1 bod
- povežite tako definirano trenje s pojmom otpora sredstva;
  ..................... 1 bod
- odredite o kojoj se vrsti trenja radi kod vašeg eksperimentalnog postava
  ..................... 1 bod
- ukratko komentirajte rezultate obzirom na tri različite kovanice i dvije različite podloge
  ..................... 1 bod
- na osnovi vaših mjerenja izvedite uopćen zaključak o čemu ovisi faktor trenja
  ..................... 1 bod

---

**Ukupno:** ........................................................................ **30 bodova**

Natjecateljima želimo uspješan rad!

# DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE

## Biograd na Moru, 2. – 5. svibnja 2013

## Srednje škole – 1. grupa

## Eksperimentalni zadatak - rješenje

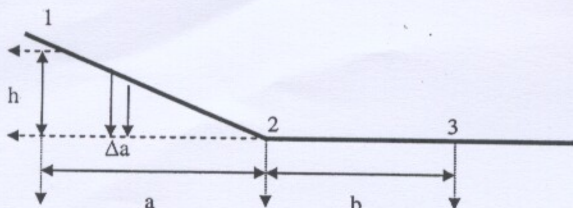
*a) Odredite faktor trenja za tri različite kovanice i dvije različite podloge:*

- *detaljno skicom i riječima zorno opišite postupak mjerenja;*

*.................. 6 bodova*

Za određivanje faktora trenja potrebno je na eksperimentalno mjerljiv način pokrenuti kovanice po podlogama koje se nalaze u setu pribora, te je zbog toga potrebno pripremiti kosinu po kojoj će kovanice slobodno kliziti s poznate visine:

- na jednom kraju stola čvršćim selotejpom treba pričvrstiti drveni kvadar za stol;
- također je pomoću selotejpa potrebno pričvrstiti odabranu podlogu za gornji rub kvadra, a moguće je i dodatno pričvrstiti donji kraj podloge za stol;
- na gornjem dijelu podloge ravnalom se označi početni pravac iznad kojega treba svaki put postaviti kovanicu;
- kovanica se zatim pusti da slobodno klizi kosinom: bilježi se konačna točka na kojoj se kovanica zaustavi;
- isti eksperimentalni set koristi se za sve tri kovanice uz promjenu druge podloge.




Slika 1. Skica eksperimentalnog seta za određivanje faktora trenja klizanja kovanica

Prema Slici 1 vidljivo je da se mjere veličine:

h - visina s koje puštamo kovanicu

a - bazu kosine

b - put kovanice po ravnoj podlozi

- *izvedite, uz kratka pojašnjenja, odgovarajuće algebarske izraze;*

*.................. 6 bodova*

Kovanica predstavlja tijelo mase m koje se nalazi na vrhu kosine u točci (1), na visini (h) iznad horizontalnog dijela podloge po kojoj tijelo klizi.

U položaju (1) kovanica ima potencijalnu energiju:

$$E_{gp} = mgh \qquad (1)$$

Nakon što pustimo kovanicu, ona klizi po podlozi i zaustavlja se u točci (3). Na račun gravitacijske potencijalne energije izvršen je rad sile trenja na dijelovima puta 1 – 2 i 2 – 3, tako da možemo napisati izraz zakon očuvanja mehaničke energije:

Državno - eksperimentalni 19

$$mgh = W_{1\text{-}2} + W_{2\text{-}3} \qquad (2)$$

Rad ($W_{1\text{-}2}$) odredit ćemo tako da put kovanice od točke (1) do točke (2) razdijelimo na najmanje intervale ($\Delta a$) koje možemo smatrati ravnima. Rad sile trenja na putu intervala ($\Delta a$) jednak je:

$$\Delta W_{1\text{-}2} = \mu\, mg\, \Delta a \cos \alpha \qquad (3)$$

gdje je ( $\mu$ ) fakor trenja
( $\alpha$ ) kut nagiba intervala puta ( $\Delta a$ ) na horizontalnu ravninu .

Uzevši to u obzir, relaciju (3) možemo napisati u obliku:

$$\Delta W_{1\text{-}2} = \mu\, mg\, \Delta a \qquad (4)$$

Ukupan rad na dijelu puta 1 – 2 predstavlja zbroj rada sile trenja ($\Delta W_{1\text{-}2}$ ) na svim intervalima ($\Delta a$) od točke (1) do točke (2):

$$W_{1\text{-}2} = \mu\, mg\, a \qquad (5)$$

gdje je ( a ) projekcija puta 1 – 2 na horizontalnu ravninu.

Rad sile trenja na dijelu puta 2 – 3:

$$W_{2\text{-}3} = \mu\, mg\, b \qquad (6)$$

Primjenom izraza (2) zakona očuvanja mehaničke energije i uvrštavanjem u izraz relacija (5) i (6) dobivamo:

$$mgh = \mu\, mg\, a + \mu\, mg\, b \qquad (7)$$

Sređivanjem izraza (7) faktor trenja može se računati:

$$\mu = h : (a + b) \qquad (8)$$

Faktor trenja eksperimentalno možemo dobiti preciznim mjerenjem veličina (h), (a) i (b).

- *rezultate za minimalno tri mjerenja za svaki sustav prikažite tablično;*

*.................... 6 bodova*

Tablica treba biti tako organizirana da su pregledno navedene veličine koje se mjere i odgovarajuće mjerne jedinice, uz redni broj mjerenja. Oznake veličina ne moraju biti iste kao na Slici 1.; moguće je za svaki set mjerenja pripremiti zasebnu tablicu.

*b) Provedite račun slučajnih pogrešaka i ukratko komentirajte dobivene zapise točnih rezultata za faktore trenja i relativne maksimalne pogreške*

*.................. 6 bodova*

Određivanje srednje vrijednosti: $\bar{\mu} = \Sigma\ \mu_i / n$, n – broj mjerenja

Apsolutna vrijednost maksimalnog pojedinačnog odstupanja: $|\Delta \mu_{max}|$

Relativna maksimalna pogreška: $r_m = [\ ( |\Delta \mu_{max}| / \bar{\mu}\ ) \cdot 100\ ]\ \%$

Zapis točnog rezultata: $\mu = \bar{\mu} \pm \Delta \mu_{max}$

Državno - eksperimentalni 20

*c) Povežite teorijske osnove u području trenja s rezultatima mjerenja:*

- *definirajte trenje prema uzroku nastajanja*

*..................... 1 bod*

Trenje je sila koja se javlja pri dodiru dvaju tijela koja se nalaze u međusobnom gibanju ili ih u takvo gibanje želimo dovesti. Prema uzroku nastajanja razlikujemo:

- trenje mirovanja
- trenje klizanja
- trenje kotrljanja.

Za istovrsne površine trenje kotrljanja manje je od trenja klizanja.

- *definirajte faktor trenja i algebarski dokažite mjernu jedinicu;*

*..................... 1 bod*

Trenje je dano izrazom: $F_{tr} = \mu F_n$

gdje je ( $\mu$ ) faktor trenja: $\mu = F_{tr} / F_n$ mjerne jedinice za silu se krate!

($F_{tr}$) ~ sila trenja

($F_n$) ~ okomita komponenta sile kojom tijelo pritišće na podlogu

- *povežite tako definirano trenje s pojmom otpora sredstva;*

*..................... 1 bod*

Pri gibanju tijela kroz neko sredstvo javlja se sila trenja koju zovemo otpor sredstva.

Otpor sredstva ovisi o:
- veličini i obliku tijela,
- brzini gibanja tijela u odnosu prema tekućini ili plinu,
- vrsti fluida (tekućine ili plina).

- *odredite o kojoj se vrsti trenja radi kod vašeg eksperimentalnog postava*

*..................... 1 bod*

Pretpostavka je da su kovanice puštane tako da klize po podlozi, dakle, u pitanju je trenje klizanja (za ispitivanje trenja kotrljanja trebali bi postojati bolje definirani kontrolni uvjeti koji uključuju stabilnost i duljinu podloge).

- *ukratko komentirajte rezultate obzirom na tri različite kovanice i dvije različite podloge*

*..................... 1 bod*

Eksperimentalni podaci ukazuju na to da je faktor trenja broj manji od 1, te ovisi o osobinama obiju podloga – različiti metali/legure od kojih su kovanice i različite kombinacije podloga.

- *na osnovi vaših mjerenja izvedite uopćen zaključak o čemu ovisi faktor trenja*

*..................... 1 bod*

Uopćeno: pojava trenja posljedica je hrapavosti dodirnih ploha. Definicije koje temeljitije uzimaju u obzir atomarnu strukturu dodirnih ploha ovako zamišljenim mjerenjima nije moguće ispitivati.

**Ukupno: ........................................................................ 30 bodova**

Državno - eksperimentalni 21

EKSPERIMENTALNI ZADATAK 1. razred

***Određivanje statičkog faktora trenja***

**Pribor:** Drveni kvadar poznate mase *M* , uteg poznate mase *m*, nit, kolotura, stegač , šipka ,metar

50g

**Zadatak :**

1. Odredite statički faktor trenja između drvenog kvadra i stola
2. Napravite 10 mjerenja , odredite srednju vrijednost faktora trenja , odstupanja od srednje vrijednosti i rezultate prikažite tablično

U sklopu zadatka treba:

a) Nacrtati skicu eksperimenata **( 5 bodova)**

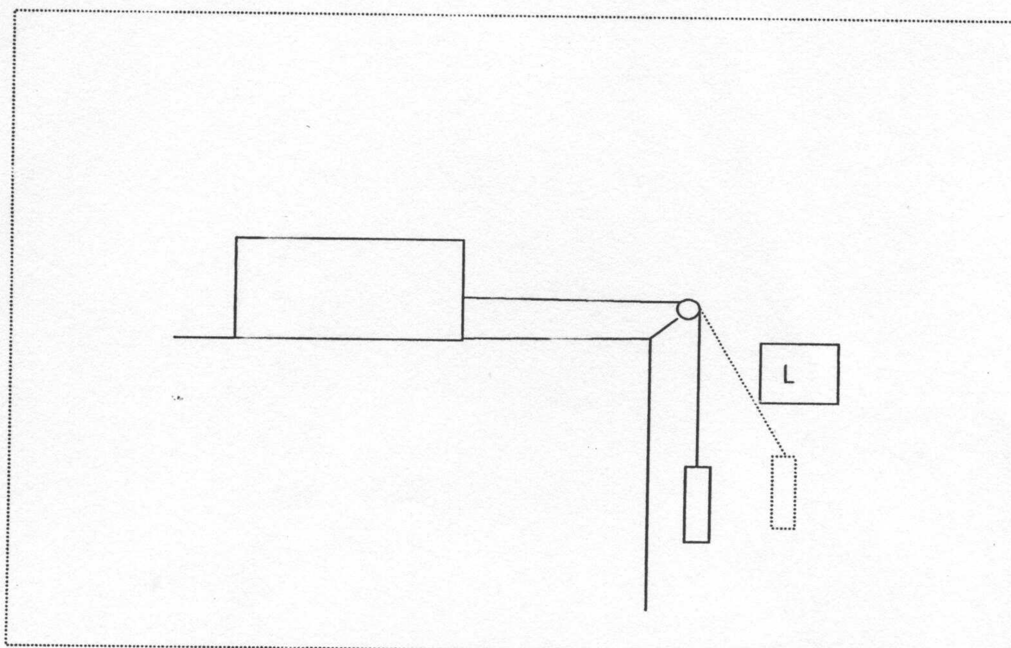
b) Nacrtati odgovarajuće dijagrame sila **(5 bodova)**

c) Napisati izraze tj. formule koje povezuju mjerene veličine s traženim veličinama **(10 bodova)**

d) Napraviti 10 mjerenja i rezultate prikazati u tablici **(10 bodova)**

RJEŠENJE EKSPERIMENTALNOG ZADATKA- 1.razred

1. Da bi odredili statički faktor trenja složimo pribor prema slici




Masa utega ($m$) i kvadra ($M$) su takve da nit dok uteg miruje ne može pokrenuti kvadar.
Uteg postepeno otklanjamo za određeni kut i pustimo da se zanjiše.
Pri određenom graničnom kutu kvadar će se pokrenuti u trenutku kad uteg prolazi kroz najniži položaj.
U takvoj situaciji pomoću metra izmjerimo visinu na koju smo podignuli uteg ($h$) i duljinu niti ($L$) .
Nacrtamo odgovarajući dijagram sila na kvadar i uteg. **( 5 bodova)**
Zaključujemo da je napetost niti ($F_N$) u trenutku prolaska utega kroz najniži položaj jednaka statičkoj sili trenja ($F_{TR,S}$) jer se u tom trenutku kvadar počinje gibati.
Napišemo jednadžbe gibanja posebno za kvadar i uteg:

*(1)* $F_N=F_{TR,S}$ ; $F_N=Mg\mu_S$

*(2)* $\frac{mv^2}{L^2}=F_N-mg$. **( 5 bodova)**

Iz zakona očuvanja energije dobivamo:

*(3)* $mgh=\frac{mv^2}{2}; v^2 = 2gh$ **( 5 bodova)**

Iz relacija *(1)* , *(2)* i *(3)* dobivamo

$\mu_s = \frac{m}{M}(1 + \frac{2h}{L})$ **( 5 bodova)**

Mjerenjem $h$ i L te iz poznatih podataka $m$ i $M$ , možemo odrediti faktor statičkog trenja $\mu_S$.
Više mjerenja napravimo tako da mijenjamo $L$ i ponovo odredimo $h$.
Rezultate mjerenja prikažemo tablično. Izračunamo srednju vrijednost $\mu_S$ i odstupanje od srednje vrijednosti. **(10 bodova)**

# DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

Brodarica, 25.-28. travnja 2016.

**Srednje škole – 1. skupina**

***Određivanje koeficijenta kinetičkog trenja***

**Pribor:** Drveni kvadar poznate mase, uteg poznate mase, čelična kuglica poznate mase, spojene slamke, kolotura , nit, plastelin, šipka, držač , ravnalo

**Zadatak :**

Odredite koeficijent kinetičkog trenja između drvenog kvadra i stola

U sklopu zadatka treba:

a) Objasniti teorijsku podlogu mjerenja ( 10 bodova)
b) Izvesti formulu kojom ćete pomoću izmjerenih veličina odrediti koeficijent kinetičkog trenja i nacrtati odgovarajuće dijagrame sila
   (10 bodova )
c) Napraviti 10 mjerenja , podatke prikazati tablično , odrediti srednju vrijednost koeficijenta kinetičkog trenja i odstupanja od srednjih vrijednosti pazeći pritom na pouzdana mjesta.
   (10 bodova)

Koristite vrijednost $g=9.81\ m/s^2$.

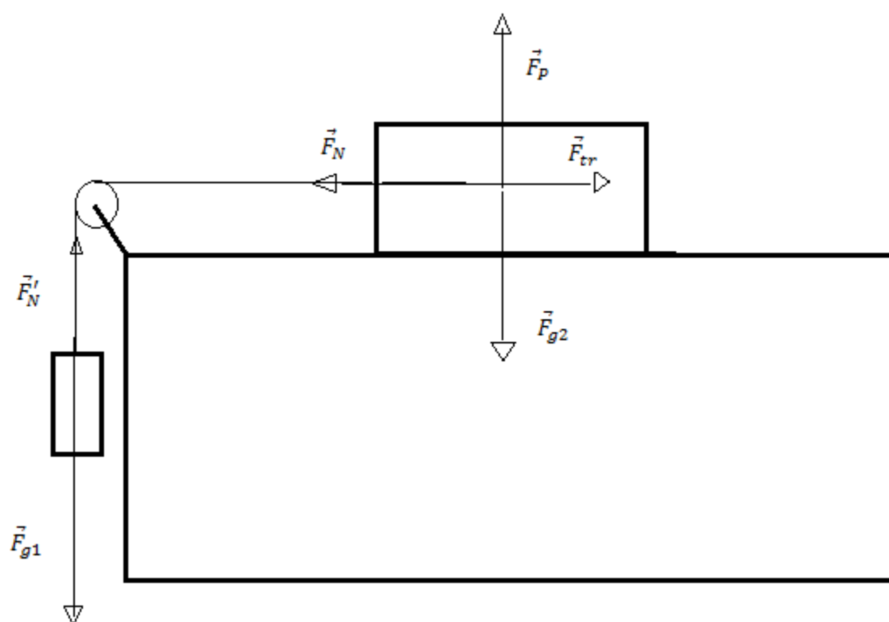
DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

Brodarica, 25.-28. travnja 2016.

**Srednje škole – 1. Skupina, rješenje i smjernice za bodovanje**

Pribor spojimo na način da uteg pričvrstimo na nit , a drugi kraj niti pričvrstimo na drveni kvadar. Nit prebacimo preko koloture tako da uteg pada , a kvadar ubrzava po horizontalnoj podlozi.

Nacrtamo dijagram sila na uteg i kvadar.




Primijenimo 2. Newtonov zakon posebno na uteg i na kvadar.

$$m_1 a = m_1 g - F_N$$

$$m_2 a = F_N - F_{tr} = F_N - mg\mu$$

$m_1$ je masa utega, $m_2$ je masa drvenog kvadra, $F_N$ je napetost niti, $\mu$ je koeficijent kinetičkog trenja, $g$ je ubrzanje zbog djelovanja sile teže, $\vec{F}_P$ je sila podloge odnosno stola na kvadar, $a$ je ubrzanje sustava.

Kombiniranjem gore navedenih relacija dobije se izraz za koeficijent kinetičkog trenja:

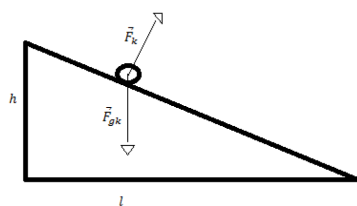
$$\mu = \frac{m_1}{m_2} - \frac{a}{g}\left(\frac{m_1}{m_2} + 1\right)$$

Iz gornjeg izraza je vidljivo da možemo odrediti koeficijent kinetičkog trenja ako odredimo ubrzanje utega i kvadra. Ubrzanje ćemo odrediti tako da konstruiramo akcelerometar na drvenom kvadru.

Pomoću plastelina i slamki konstruiramo kosinu po kojoj se može gibati čelična kuglica. Da bi odredili ubrzanje istovremeno pustimo kuglicu niz kosinu i uteg da pada. Nagib kosine se može mijenjati. Cilj je postići takav nagib kosine da čelična kuglica miruje u odnosu na kosinu dok se cijeli sustav ubrzava. Izmjerimo visinu $h$ i priležeću katetu $l$ kosine.

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

Brodarica, 25.-28. travnja 2016.




U toj situaciji možemo primijeniti 2. Newtonov zakon za gibanje čelične kuglice.
$\vec{F}_{gk}$ je sila teža čelične kuglice , a
$\vec{F}_k$ je okomita sila podloge (odnosno sila kosine) na kuglicu ,a njihova rezultanta je paralelna sa stolom tj. ima smjer akceleracije sustava.

Primjenom sličnosti trokuta dobiva se $\frac{m_k a}{m_k g} = \frac{h}{l}$ i $a = g\,\frac{h}{l}$. Ako to uvrstimo u relaciju za koeficijent trenja konačno se dobiva $\mu = \frac{m_1}{m_2} - \frac{h}{l}\left(\frac{m_1}{m_2} + 1\right)$

**Eksperimentalni zadatak**

## Određivanje mase *m* užeta

### Zadatak

- Odrediti masu *m* užeta isključivo navedenim priborom (ne smije se kao pomagalo u toku mjerenja koristiti pribor za crtanje, pisanje i sl.)

### Pribor

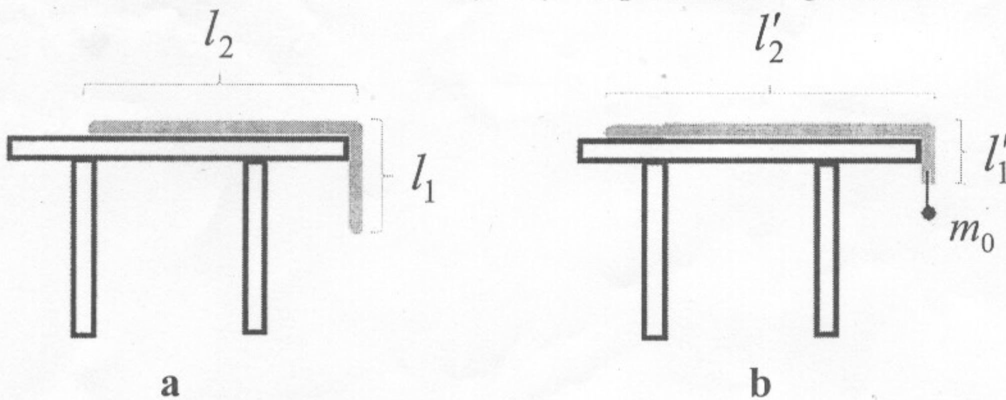
- uže nepoznate mase *m*
- spajalica (masu spajalice zanemariti)
- metalni prsteni poznate mase (1 veći mase 5 g i 4 manja svaki mase 2 g)
- papirnata mjerna vrpca
- školska klupa

U sklopu zadatka treba:

1. Nacrtati skicu eksperimenta. (5 bodova)
2. Na skici prikazati veličine koje ćete mjeriti i veličine potrebne za objašnjenje postupka. (5 bodova)
3. Opisati postupak mjerenja, objasniti fizikalne osnove (model) za rješenje zadatka, izvesti formulu za vezu između tražene mase i veličina koje ćete mjeriti (10 bodova)
4. Napraviti 5 mjerenja, podatke prikazati tabelarno, odrediti srednju vrijednost nepoznate mase užeta i provesti jednostavan račun pogreške pazeći na pouzdane znamenke (10 bodova)

Ukupno eksperimentalni zadatak 30 bodova

**Rješenje eksperimentalnog zadatka**




Postavimo uže na školsku klupu tako da kraći dio užeta duljine $l_1$ visi preko ruba stola, a dio duljine $l_2$ leži na stolu (slika a). Polako pomičemo uže po stolu tako da se dio $l_1$ povećava i izmjerimo duljine $l_1$ i $l_2$ pri kojima uže taman počne samostalno klizati po stolu i padati. Možemo reći da je neposredno prije tog trenutka sila teža koja djeluje na dio užeta $l_1$ ($F_g = m_1 g = \frac{m}{L} l_1 g$, gdje je $m_1$ masa dijela užeta $l_1$, $m$ je masa cijelog komada užeta, a $L$ duljina cijelog užeta) u ravnoteži sa silom trenja na stolu koja djeluje na dio užeta $l_2$ ($F_{tr} = \mu m_2 g = \mu \frac{m}{L} l_2 g$ , gdje je $\mu$ faktor trenja između užeta i podloge, a $m_2$ masa dijela užeta $l_2$) koji leži na stolu. Zato vrijedi:

$$m_1 g = \mu m_2 g \quad \Rightarrow \quad \frac{m}{L} l_1 g = \mu \frac{m}{L} l_2 g \quad \Rightarrow \quad \mu = \frac{l_1}{l_2} \qquad (1)$$

Sada na kraj užeta objesimo uteg (prsten ili više njih) mase $m_0$ (Slika b). Slično kao i u gore opisanom slučaju, u trenutku kad uže upravo krene klizati vrijedi:

$$\left(m_0 + \frac{m}{L} l'_1\right) g = \mu \frac{m}{L} l'_2 g \ , \qquad (2)$$

gdje je $l'_1$ duljina dijela užeta koji visi preko ruba stola i na njemu je učvršćen uteg, a $l'_2$ je duljina dijela užeta koji leži na klupi. Iz jednakosti (1) i (2) sređivanjem konačno se dobije da je tražena **masa užeta**:

$$m = \frac{m_0 L}{\frac{l_1 l'_2}{l_2} - l'_1} \qquad (3)$$

Znači prvo izmjerimo veličine $l_1$, $l_2$, a zatim mjerenjem $l'_1$ i $l'_2$ za 5 različitih masa utega $m_0$ te određujemo masu užeta prema jednadžbi (3) za svako od tih mjerenja i podatke prikažemo tabelarno. Na kraju odredimo srednju vrijednost mase užeta i provedemo jednostavan račun pogreške.

Državno natjecanje iz fizike, Pula, 17.-20. travnja 2018.

EKSPERIMENTALNI ZADATAK- 1. skupina

***Određivanje faktora kinetičkog trenja metalne pločice i drvenog kvadra***

**Pribor:** Drveni kvadar poznate mase $M$ , uteg poznate mase $m$ , metalna pločica poznate mase $m_p$ , nit , stegač , metalna šipka , dinamometar , ravnalo

**Zadatak :**

1. Odredite faktor kinetičkog trenja između metalne pločice i drvenog kvadra

U sklopu zadatka treba:

a) Objasniti teorijsku podlogu mjerenja ( 5 bodova)
b) Nacrtati odgovarajuće dijagrame sila (5 bodova)
c) Izvesti formulu kojom ćete pomoću izmjerenih veličina odrediti faktor kinetičkog trenja između metalne pločice i drvenog kvadra ( 10 bodova)
d) Napraviti 10 mjerenja , podatke prikazati tablično , odrediti srednju vrijednost faktora trenja i odstupanja od srednje vrijednosti , podatke prikazivati s odgovarajućim pouzdanim znamenkama (10 bodova).

RJEŠENJE EKSPERIMENTALNOG ZADATKA- 1. skupina

## 1. Određivanje faktora kinetičkog trenja između metalne pločice i drvenog kvadra

Pribor složimo prema slici.



Metalnu pločicu poznate mase $m_p$ stavimo na drveni kvadar mase $M$ .

Jedan kraj niti zavežemo za drveni kvadar , a za drugi kraj niti privežemo uteg mase $m$. Uteg prebacimo preko šipke i pustimo da pada. Dok uteg pada nit povlači kvadar koji se giba po površini stola.

Dok se kvadar giba po stolu pločica se giba zajedno sa kvadrom , odnosno miruje u odnosu na kvadar.

Budući da trebamo odrediti faktor kinetičkog trenja između pločice i kvadra potrebno je postići situaciju da se pločica giba po kvadru. To ćemo postići tako da kvadar nakon što je prevalio put $s$ , rukom naglo zaustavimo. Pomoću ravnala možemo odrediti $s$. Pločica će se gibati usporeno po kvadru i pritom će pločica prevaliti udaljenost $l$. Ravnalom odredimo $l$.

Postavljamo jednadžbe gibanja za uteg i kvadar.

**(1)** $ma = mg - F_N$
**(2)** $(M + m_p)a = F_N - (M + m_p)g\mu_1$

, gdje su $a$ ubrzanje sustava , $g$ ubrzanje slobodnog pada , $F_N$ napetost niti , a $\mu_1$ faktor trenja između kvadra i stola.
Faktor trenja između kvadra i stola možemo odrediti tako da jedan kraj dinamometra pričvrstimo na drveni kvadar a drugi kraj povlačimo tako da se kvadar giba po stolu. Očitamo silu trenja $F_{tr}$ i iz relacije $\mu_1 = \frac{F_{tr}}{(M+m_p)g}$ odredimo $\mu_1$. Pri određivanju faktora trenja napravimo 10 mjerenja i odredimo srednju vrijednost.

Iz relacija **(1)** i **(2)** slijedi $a = \frac{m-(M+m_p)\mu_1}{m+M+m_p} g$.

Budući da se pločica giba ubrzano zajedno sa kvadrom , na putu $s$ postiže brzinu $v$ i vrijedi

$$v^2 = 2as$$

Nakon naglog zaustavljanja kvadra pločica se giba po kvadru. Pritom sila trenja između pločice i kvadra obavlja negativan rad i zaustavlja pločicu na putu $l$, pa vrijedi:

$$\frac{m_p v^2}{2} = m_p g \mu l$$

, gdje je $\mu$ traženi faktor kinetičkog trenja između pločice i kvadra.

Iz prethodno navedenih relacija slijedi:

$$\mu = \frac{as}{gl}$$

**(3)** $\mu = \frac{s(m-(M+m_p)\mu_1)}{l(m+M+m_p)}$

Napravimo 10 mjerenja i zabilježimo odgovarajuće podatke za $l$ i $s$.
Pomoću relacije **(3)** izračunamo vrijednosti $\mu$. Podatke prikažemo tablično. Odredimo srednju vrijednost i odstupanja od srednjih vrijednosti.

| **Redni broj mjerenja** | $\boldsymbol{s/m}$ | $\boldsymbol{l/m}$ | $\boldsymbol{\mu}$ | $\boldsymbol{\Delta\mu}$ |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

.
.
.

**DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE**
***Poreč, 10. - 13. travnja 2019.***

**srednje škole - 1. skupina**

**EKSPERIMENTALNI ZADATAK**
**(30 bodova)**

**Pribor:** Papir A3 format, ravnalo, novčić od 2 kn, novčić od 20 lipa, selotejp

**Zadatak: Sudari novčića**

**1. Mjerenje**

Postavit novčiće na papir na nekoj udaljenosti jednog od drugog. Novčićem od 2 kune gađate novčić od 20 lipa. Sudar mora biti centralan tako da se nakon sudara novčići gibaju po istom pravcu. Neka pismo novčića bude prema gore, a glava prema dolje. Izmjerite pomak novčića od dvije kune nakon sudara od mjesta sudara do mjesta zaustavljanja, a zatim pomak novčića od 20 lipa nakon sudara od mjesta sudara do mjesta zaustavljanja. Napravite nekoliko mjerenja tako da možete napraviti račun pogreške. Za jedno mjerenje olovkom zaokružite oko novčića tako da se vidi na papiru gdje su bili novčići i označite na papiru kako ste izmjerili pomake. Mjerenja upišite u tablicu. Prije samog mjerenja možete novčićima prijeći po papiru po putanji kojom će se gibati novčići. Pazite da se novčići ne rotiraju prilikom gibanja jer će pogreške biti veće.

**2. Mjerenje**

Ponoviti mjerenje, ali tak da novčićem od 20 lipa gađate novčić od 2 kune. Također za jedno mjerenje olovkom zaokružite oko novčića tako da se vidi na papiru gdje su bili novčići i označite na papiru kako ste izmjerili pomake.

**Koeficijent restitucije**

Za prvo i drugo mjerenje izračunajte koeficijent restitucije.
Faktor trenja za obadva novčića je isti.
Omjer masa novčića od 20 kuna i 20 lipa je 2,15.

Napravite račun pogreške.

**Relativni gubitak mehaničke energije**

Za prvo i drugo mjerenje izračunajte koliki je relativni gubitak mehaničke energije u postocima u trenutku sudara (ne nakon sudara kada se gibaju usporeno).

Napravite račun pogreške.

*Napomena:*

Koeficijent restitucije je omjer relativnih brzina nakon i prije sudara po apsolutnoj vrijednosti.

$$k = \left|\frac{\vec{v}'_1 - \vec{v}'_2}{\vec{v}_1 - \vec{v}_2}\right|$$

gdje je $\vec{v}_1$ vektor brzine prvog tijela prije sudara, $\vec{v}_2$ vektor brzine drugog tijela prije sudara, $\vec{v}'_1$ vektor brzine prvog tijela nakon sudara, $\vec{v}'_2$ vektor brzine drugog tijela nakon sudara.

Ukoliko je k=1 sudar je savršeno elastičan, ako je 1>k>0 sudar je neelastičan, i ako je k=0 sudar je savršeno neelastičan.

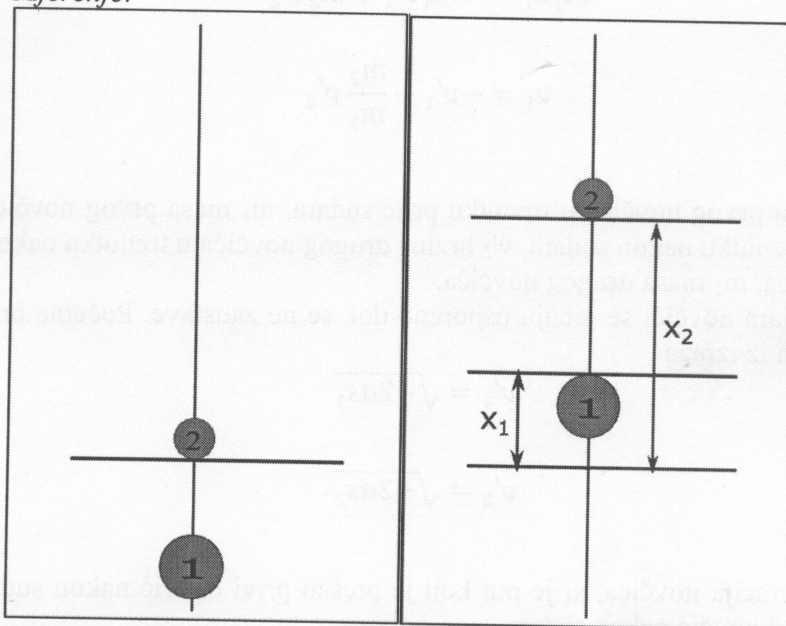
Želimo vam puno uspjeha u rješavanju.

# DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE
***Poreč, 10. - 13. travnja 2019.***

**srednje škole - 1. skupina**

## RJEŠENJE EKSPERIMENTALNOG ZADATAKA
**(30 bodova)**

*Mjerenje:*




Na slikama su prikazani novčići prije sudara i poslije sudara. Na papiru je poželjno označiti mjesto sudara linijom i okomitom linijom smjer gibanja novčića. Na drugoj slici je prikazano kako je potrebno mjeriti pomake novčića.

Prvi novčić dobro je postaviti 3 do 4 cm od drugog. Ako su previše daleko preciznost pogotka je manja tako da novčići neće ostati na istom pravcu. Ako su preblizu može se dogoditi da prilikom udaranja prvog novčića zahvati se i drugi novčić. Ako dođe do rotacije novčića mjerenje treba ponoviti. Prvi novčić može se udariti s prstom ili ravnalom tako da se ravnalo malo savine. Pokazalo se da su najbolji rezultati ako se pored novčića stavi ravnalo i ravnalo se udari s prstom. Mogući su i drugi načini.

Pravilno označen pomak novčića u prvom mjerenju 2 boda.

Pravilno označen pomak novčića u drugom mjerenju 2 boda.

*Računanje koeficijenta restitucije*

Vektor količina gibanja prvog novčića u trenutku kad udari u drugi novčić mora biti jednaka zbroju vektora količina gibanja oba novčića odmah nakon sudara:

$$\vec{p}_1 = \vec{p'}_1 + \vec{p'}_2$$

**Jednadžba 1**

Ako se novčići nastave gibati u istom smjeru onda vrijedi:

$$m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

**Jednadžba 2**

Brzina prvog novčića prije sudara biti će jednaka:

$$v_1 = v'_1 + \frac{m_2}{m_1} v'_2$$

**Jednadžba 3** (1 bod)

Ako se prvi novčić odbije unazad onda je:

$$m_1 v_1 = -m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

**Jednadžba 4**

$$v_1 = -v'_1 + \frac{m_2}{m_1} v'_2$$

**Jednadžba 5** (1 bod)

$v_1$ je brzina prvog novčića u trenutku prije sudara, $m_1$ masa prvog novčića, $v'_1$ brzina prvog novčića u trenutku nakon sudara, $v'_2$ brzina drugog novčića u trenutku nakon sudara, $m_1$ masa prvog novčića, $m_2$ masa drugog novčića.

Nakon sudara novčići se gibaju usporeno dok se ne zaustave. Početne brzine novčića mogu se izračunati iz izraza:

$$v'_1 = \sqrt{-2as_1}$$

**Jednadžba 6**

$$v'_2 = \sqrt{-2as_2}$$

**Jednadžba 7** (1 bod)

a je deceleracija novčića, $s_1$ je put koji je prešao privi novčić nakon sudara, $s_2$ je put koji je prešao drugi novčić nakon sudara.

$$s_1 = |x_1|$$

**Jednadžba 8**

$$s_2 = |x_2|$$

**Jednadžba 9**

Novčići se zaustavljaju zbog sile trenja:

$$F_{tr} = -\mu m g$$

**Jednadžba 10** (1 bod)

μ je faktor trenja, m masa, g ubrzanje slobodnog pada

$$F_{tr} = ma$$

**Jednadžba 11**

a je deceleracija tijela.

$$a = -\mu g$$

**Jednadžba 12**

Onda je:

$$v'_1 = \sqrt{2\mu g s_1}$$

**Jednadžba 13**

$$v'_2 = \sqrt{2\mu g s_2}$$

**Jednadžba 14** (1 bod)

Uvrštavanjem jednadžbe 11 i 12 u jednadžbu 3 dobijemo brzinu prvog novčića u trenutku sudara ako se prvi novčić nastavi gibati u istom smjeru:

$$v_1 = \sqrt{2\mu g}(\sqrt{s_1} + \frac{m_2}{m_1}\sqrt{s_2})$$

**Jednadžba 15** (1 bod)

Ukoliko se prvi novčić odbije nazad tada je:

$$v_1 = \sqrt{2\mu g}(-\sqrt{s_1} + \frac{m_2}{m_1}\sqrt{s_2})$$

**Jednadžba 16** (1 bod)

U slučaju da se drugi novčić giba u istom smjeru nakon sudara koeficijent restitucije biti će:

$$k = \left|\frac{v'_1 - v'_2}{v_1}\right|$$

**Jednadžba 17** (1 bod)

$$k = \left|\frac{\sqrt{s_1} - \sqrt{s_2}}{\sqrt{s_1} + \frac{m_2}{m_1}\sqrt{s_2}}\right|$$

**Jednadžba 18** (1 bod)

U slučaju da se drugi novčić giba u suprotnom smjeru nakon sudara koeficijent restitucije biti će:

$$k = \left|\frac{-v'_1 - v'_2}{v_1}\right|$$

**Jednadžba 19**

$$k = \left|\frac{-\sqrt{s_1} - \sqrt{s_2}}{-\sqrt{s_1} + \frac{m_2}{m_1}\sqrt{s_2}}\right|$$

**Jednadžba 20** (1 bod)

Primjer rezultata mjerenja kada novčić od 2 kune udara u novčić od 20 lipa:

$\frac{m_2}{m_1}$ =0,465

(1 bod)

| $x_2$/cm | $x_1$/cm | k | Δk |
|---|---|---|---|
| 4,60 | 0,75 | 0,687 | 0,024 |
| 5,80 | 1,00 | 0,665 | 0,002 |
| 8,90 | 1,80 | 0,602 | 0,061 |
| 18,10 | 2,90 | 0,693 | 0,030 |
| 18,40 | 3,10 | 0,674 | 0,011 |
| 19,10 | 3,50 | 0,641 | 0,022 |
| 28,40 | 4,50 | 0,698 | 0,035 |
| | $\bar{k}=$ | 0,663 | |

,

$$k = 0{,}663 \pm 0{,}061$$

**Jednadžba 21**

Relativna pogreška 9,2%.

Primjer rezultata mjerenja kada novčić od 20 lipa udara u novčić od 2 kune:

$$\frac{m_2}{m_1} = 2{,}15$$

| $x_2$/cm | $x_1$/cm | k | Δk |
|---|---|---|---|
| 1,80 | -0,30 | 0,807 | 0,011 |
| 3,60 | -0,60 | 0,807 | 0,011 |
| 4,30 | -0,80 | 0,831 | 0,013 |
| 5,80 | -0,95 | 0,804 | 0,015 |
| 7,80 | -1,40 | 0,823 | 0,005 |
| 9,80 | -1,80 | 0,829 | 0,010 |
| 14,80 | -2,50 | 0,810 | 0,008 |
| | $\bar{k}=$ | 0,818 | |

tablica 2 boda

$$k = 0{,}818 \pm 0{,}015$$

**Jednadžba 22**

račun pogrešaka 2 boda

Relativna pogreška 1,8%.

*Računanje relativnog gubitka mehaničke energije*

Relativni gubitak mehaničke energije biti će:

$$\varepsilon = \frac{E_k - E'_k}{E_k} = 1 - \frac{E'_k}{E_k}$$

**Jednadžba 23** (1 bod)

$E_k$ je ukupna kinetička energija u trenutku prije sudara, a $E'_k$ ukupna kinetička energija u trenutku nakon sudara.

Kinetička energija u trenutku prije sudara je:

$$E_k = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

**Jednadžba 24** (1 bod)

Kinetička energija u trenutku nakon sudara je:

$$E'_k = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_1 v_2'^2$$

**Jednadžba 25** (1 bod)

Uvrštavajući u jednadžbu 21 jednadžbe 22 i 23 te za brzine jednadžbe 11 i 12 i za slučaj da se prvi novčić nastavi gibati u istom smjeru jednadžbu 13 dobije se:

$$\varepsilon = 1 - \frac{s_1 + \frac{m_2}{m_1} s_2}{s_1 + \left(\frac{m_2}{m_1}\right)^2 s_2 + 2\frac{m_2}{m_1}\sqrt{s_1 s_2}}$$

**Jednadžba 26** (1 bod)

Za slučaj da se prvi novčić odbije natrag umjesto jednadžbe 13 koristi se jednadžba 14 i dobije se:

$$\varepsilon = 1 - \frac{s_1 + \frac{m_2}{m_1} s_2}{s_1 + \left(\frac{m_2}{m_1}\right)^2 s_2 - 2\frac{m_2}{m_1}\sqrt{s_1 s_2}}$$

**Jednadžba 27** (1 bod)

Primjer rezultata mjerenja kada novčić od 2 kune udara u novčić od 20 lipa:

| $x_2$/cm | $x_1$/cm | ε | Δε |
|---|---|---|---|
| 4,60 | 0,75 | 16,8% | 0,97% |
| 5,80 | 1,00 | 17,7% | 0,03% |
| 8,90 | 1,80 | 20,2% | 2,49% |
| 18,10 | 2,90 | 16,5% | 1,27% |
| 18,40 | 3,10 | 17,3% | 0,41% |
| 19,10 | 3,50 | 18,7% | 0,96% |
| 28,40 | 4,50 | 16,3% | 1,46% |
| | $\bar{\varepsilon}$= | 17,7% | |

$$\varepsilon = (17{,}7 \pm 2{,}49)\%$$

**Jednadžba 28**

Relativna pogreška 14,07%.

Primjer rezultata mjerenja kada novčić od 20 lipa udara u novčić od 2 kune:

| $x_2$/cm | $x_1$/cm | ε | Δε |
|---|---|---|---|
| 1,80 | -0,30 | 23,8% | 1,23% |
| 3,60 | -0,60 | 23,8% | 1,23% |
| 4,30 | -0,80 | 21,1% | 1,48% |
| 5,80 | -0,95 | 24,2% | 1,63% |
| 7,80 | -1,40 | 22,0% | 0,57% |
| 9,80 | -1,80 | 21,4% | 1,15% |
| 14,80 | -2,50 | 23,5% | 0,91% |
| | $\bar{\varepsilon}=$ | 22,6% | |

tablica 2 boda

$$\varepsilon = (22{,}6 \pm 1{,}63)\%$$

račun pogrešaka 2 boda

**Jednadžba 29**

Relativna pogreška 7,22%.

Preciznost mjerenja 2 boda